

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Підвищення ефективності використання МТА при виконанні технологічної операції внесення мінеральних добрив в умовах господарства»

Виконав:

(підпис)

Онанченко О.О.
(Прізвище, ініціали)

Група:

АІ 2101-1ст.

(Науковий) керівник:

(підпис)

Сировицький К.Г.
(Прізвище, ініціали)

Суми – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу

Рівень вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 208 Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

агроінжинірингу

_____ Шуляк М.Л.

“04” вересня 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Онанченку Олексію Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Підвищення ефективності використання МТА при виконанні технологічної операції внесення мінеральних добрив в умовах господарства»,

керівник роботи: Сировицький Кирило Геннадійович,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “__” _____ 202_ року № _____.

2. Строк подання здобувачем роботи: “13” травня 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи: річні звіти господарства, технологічні карти сільськогосподарських культур сівозмін; науково-дослідна література.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Виробнича характеристика господарства; Організація виконання технологічної операції внесення мінеральних добрив; Обґрунтування доцільності модернізації та розрахунок основних параметрів.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: Мета і завдання роботи; Виробнича характеристика господарства; Операційно-технологічна карта; Гідрофікований автоматичний зчіпний пристрій; Вузол з'єднання гідросистем; Деталювання.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: “04” вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Збір інформації про діяльність господарстві	05.09.2023 р. – 30.09.2023 р.	
2.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики та	02.10.2023 р. – 02.12.2023 р.	
3.	Складання плану роботи	04.12.2023 р. – 09.12.2023 р.	
4.	Написання вступу	11.12.2023 р. – 21.12.2023 р.	
5.	Підготовка розділу «Виробнича характеристика господарства»	05.02.2024 р. - 02.03.2024 р.	
6.	Підготовка розділу «Організація виконання технологічної операції внесення мінеральних добрив»	04.03.2024 р. - 06.04.2024 р.	
7.	Підготовка розділу «Обґрунтування доцільності модернізації та розрахунок основних параметрів»	08.04.2024 р. - 04.05.2024 р.	
8.	Написання висновків та пропозицій	06.05.2024 р. – 11.05.2024 р.	
9.	Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 13.05.2024 р.	
10.	Подання роботи на рецензування	до 20.05.2024 р.	
11.	Подання до попереднього захисту	до 27.05.2024 р.	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Онанченко О.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

кваліфікаційної роботи

(підпис)

Сировицький К.Г.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему «Підвищення ефективності використання МТА при виконанні технологічної операції внесення мінеральних добрив в умовах господарства» на здобуття ступеня вищої освіти бакалавр зі спеціальності 208 Агроінженерія, освітньо-професійна програма «Агроінженерія». – Сумський національний аграрний університет, МОН України, 2024 р.

Загальний обсяг кваліфікаційної роботи 48 сторінок, з них 43 сторінки основного тексту. Складається зі вступу, трьох розділів, висновків; містить 7 рисунків, 15 таблиць, 0 додатків, 20 посилань на джерела інформації.

Ключові слова: модернізація, трактор, продуктивність, технологічні операції, навіска, внесення мінеральних добрив.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи. Робота є актуальною і перспективною для господарств малих форм господарювання в розрізі підвищення ефективності використання МТА при внесенні мінеральних добрив та використанні тракторів класу 1.4.

Мета кваліфікаційної роботи – інженерне забезпечення ефективного використання техніки (трактора), її працездатності, а також технічних вимог з метою одержання запланованих кінцевих результатів виробництва сільськогосподарської продукції в конкретних природно-кліматичних умовах, підвищення надійності і продуктивності трактора та його задньої навіски, який використовується в технологічному процесі внесення мінеральних добрив.

Завдання: провести агротехнічну характеристику господарства, провести розрахунки та аналіз технологічного процесу внесення мінеральних добрив в умовах господарства, обґрунтувати запропоноване удосконалення та провести необхідні розрахунки.

Об'єктом дослідження є задня навіска трактора під час виконання технологічної операції внесення мінеральних добрив.

Предметом дослідження є машинно-тракторний агрегат у складі трактора і розкидача мінеральних добрив.

Теоретичне та практичне значення одержаних результатів полягає в досягненні обґрунтованих шляхів підвищення продуктивності та зменшення затрат часу на комплектування машинно-тракторних агрегатів.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Виробнича характеристика господарства.....	9
1.1 Загальні відомості.....	9
1.2 Природно-кліматичні умови.....	9
1.3 Землекористування і структура посівних площ.....	10
1.4 Стан механізації виробничих процесів.....	12
1.4.1 Загальна характеристика автомобільного парку.....	12
1.4.2 Загальна характеристика машинно-тракторного парку.....	13
Висновки за розділом.....	15
Мета і задачі.....	15
2 Організація виконання технологічної операції внесення мінеральних добрив.....	16
2.1 Технологія внесення мінеральних добрив.....	16
2.1.1 Загальні положення.....	16
2.1.2 Організація внесення сипучих мінеральних добрив.....	17
2.2 Технологічна документація.....	21
2.3. Розрахунок операційної карти внесення мінеральних добрив.....	22
2.3.1. Вихідні дані.....	22
2.3.2 Визначення приведенного опору робочих органів машини.....	23
2.3.3 Організація роботи агрегату в загінці.....	26
2.3.4. Визначаємо показники використання агрегатів.....	28
2.4. Визначаємо експлуатаційні затрати на виконання роботи.....	30
Висновки за розділом.....	33
3 Обґрунтування доцільності модернізації та розрахунок основних параметрів.....	34
3.1 Аналіз конструкції навіски трактора ЮМЗ-652.....	34
3.2 Обґрунтування доцільності конструктивної розробки.....	35
3.3 Опис конструкції гідрофікованого пристрою автозчіпки.....	36

3.4 Принцип роботи гідрфікованого пристрою автозчипки.....	40
3.5 Розрахунок запобіжної пружини вузла з'єднання гідросистем.....	42
Загальні висновки.....	47
Список використаних джерел.....	48
Додатки.....	51

ВСТУП

Одним із основних завдань розвитку сучасного сільськогосподарського виробництва є збільшення обсягів виробництва продукції шляхом впровадження інтенсивних технологій та раціонального використання техніки, використання елітних високоврожайних сортів насіння та скорочення втрат врожаю.

Одним із шляхів покращення використання техніки в сільському господарстві є її інтенсивне використання в технологічних процесах виробництва сільськогосподарської продукції. Цього можна досягти шляхом формування комбінованих агрегатів і повного завантаження двигунів тракторів і інших самохідних машин.

В даний час широко використовуються, особливо в сільськогосподарському виробництві, машинно-тракторні агрегати, що складаються з трактора і навісної машини, навішеної на навіску трактора за допомогою автоматичного зчіпного пристрою (автозчіпки). Значна кількість цих машин потребує приводу своїх робочих органів від ВВП трактора. Також значна кількість сільськогосподарських машин і знарядь потребують використання гідравлічної системи трактора для приводу робочих органів чи роботи власної гідравлічної системи.

Процес з'єднання зчіпних пристроїв трактора і навісної машини вимагає затрат праці та часу через необхідність ручного з'єднання трубопроводів гідросистеми трактора та с.г. машини, що впливає на ефективність виконання МТА.

В зв'язку з цим нами було запропоновано обладнати навіску трактора гідрофікованим пристроєм автозчіпки, який дасть можливість автоматично з'єднати гідросистеми трактора та навісної с.г. машини в момент навішування останньої на трактор, скоротити час приєднання навісних машин, виключити необхідність використання послуг додаткових працівників і поліпшити техніко-економічні показники використання трактора.

1 ВИРОБНИЧА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

1.1 Загальні відомості

СТОВ Агрофірма «Обрій» Дергачівського району Харківської області відноситься до східного агрогрунтового району знаходиться у с. Малі Проходи на відстані м. Дергачі та 30 км м. Харків. Середній розмір полів господарства становить 20 га. Основна товарна продукція господарства здається на пункти реалізації та заготівлі с.г. продукції в м. Харків, де також знаходиться база постачання запасних частин для техніки, паливо-мастильних матеріалів, насіння, мінеральних добрив та засобів захисту рослин.

1.2 Природно-кліматичні умови

Сума позитивних температур 2500-2600 °С. Перші осінні приморозки починаються на початку листопада, останні весняні бувають в середині квітня. За багаторічними даними, сума опадів 670-675 мм, а в окремі роки – 800 мм. Найбільша їх кількість (290-320 мм) випадає літом, найменша (90-100 мм) – зимою. Пануючими вітрами є західні і північно-західні.

Сума активних температур у початковий період вегетації сприяє активному фотосинтезу, що позитивно впливає на урожай. Рельєф землекористування господарства однорідний. Ґрунти господарства в основному складають дерново-підзолисті та середньо-суглинкові породи. Переважна їх кількість характеризується достатньою родючістю. Вміст гумусу досягає до 2,5%, потужність орного шару становить 22-25 см. За вмістом рухомих, форм поживних речовин – азоту, фосфору і калію ґрунти відносять до середньозабезпечених, ступінь насичення основами складає 60-65%, гідролітична кислотність – 0,8-1,2 мг-екв. 100 г ґрунту. Кислотність є досить строкатою і лежить в межах 4-5 рН.

1.3 Землекористування і структура посівних площ

Структура земельного фонду господарства – це відношення у відсотках площ різних за призначенням угідь до загальної земельної площі або до площі сільськогосподарських угідь, що є у господарстві.

Земельний фонд СТОВ Агрофірма «Обрій» і його структура наведені у табл. 1.1, згідно якої загальна земельна площа становить 186 га, в тому числі 163 га сільськогосподарських угідь, що складає 87,6 % у структурі земельних угідь. Під рілля у господарстві відведено 156 га або відповідно 83,9 % від загальної площі господарства і 95,7 % від площі сільськогосподарських угідь. Варто зазначити, що земельні угіддя в основному складаються з орендованих у власників земельних часток, які утворились в процесі проведеного паювання земель. Орендовані землі складають 85% с.г. угідь або 140 га.

Таблиця 1.1 – Земельний фонд (станом на 01.01.2024 р.)

Назва	S	%	
		Загально	ріллі
Сзаг	186	100	-
«робочих»;	163	87,6	100
-ріллі	156	83,9	95,7
- ставки й водойми	7	3,8	4,3

У господарстві ведеться інтенсивне господарювання, про що свідчить висока питома вага ріллі. Для ефективного використання наявного земельного фонду у господарстві слід запровадити сівозміни зерно-кормового напрямку, основними культурами в яких є зернові. Структуру посівних площ наведено у табл. 1.2. Її дані свідчать, що більше половини – 62,8 % у структурі посівних площ займають зернові культури. Також значні площі (50 га або 32 %) відведено під олійні культури – озимий ріпак. Площа, відведена під картоплю складає 8 га, або 5,2 %.

Таблиця 1.2 – Структура посівних площ (станом на 1.09.2023 р.)

Сільськогосподарська культура	Площа, га	Структура, %
Озима пшениця	76	48,7
Озимий ячмінь	22	14,1
Озимий ріпак	50	32,0
Картопля	8	5,2
ВСЬОГО	156	100

Вказана структура посівних площ зумовлена рентабельністю вирощування зернових культур та озимого ріпаку, їх високою товарністю.

Таблиця 1.3 – Урожайність основних видів продукції

Види продукції	Роки					
	2021		2022		2023	
	Урожайність, ц/га	Валовий збір, ц	Урожайність, ц/га	Валовий збір, ц	Урожайність, ц/га	Валовий збір, ц
Озима пшениця	28,0	2082	33,6	2157	31	2356
Озимий ячмінь	20,3	435	24,1	494	22	484
Озимий ріпак	12,1	622	17,3	956,5	15,5	772
Картопля	177	1586	180,6	1253	226	1808

Собівартість одиниці продукції (табл. 1.4) за останні два роки істотно не змінилась. Так, наприклад, затрати на отримання одного центнера озимої пшениці та ріпаку у 2023 році склали 55,7 грн та 64,2 грн., а у 2021 відповідно 59,1 грн. та 65,4 грн.

Знижувати собівартість виробництва сільськогосподарських культур в господарстві необхідно шляхом впровадження нових ресурсоощадних технологій, застосування нових та підвищенням продуктивності існуючих технічних засобів та спеціалізованих сільськогосподарських машин, скорочення обсягу затрат ручної праці.

Таблиця 1.4 – Собівартість основних видів продукції

Види продукції	Роки					
	2021		2022		2023	
	Одиниці продукції, грн/ц	Всього об'єму, тис. грн	Одиниці продукції, грн/ц	Всього об'єму, тис. грн	Одиниці продукції, грн;ц	Всього об'єму, тис. грн
Озима пшениця	59,1	10,63	53,9	8,62	55,7	9,47
Озимий ячмінь	41,2	8,03	35,7	6,71	46,1	8,152
Озимий ріпак	65,4	12,29	59,1	11,36	64,2	10,95
Картопля	33,1	4,09	33,9	3,65	31,9	4,11

Таблиця 1.5 – Вартість і структура товарної продукції

Види продукції, галузей	Роки					
	2021		2022		2023	
	Вартість, тис. грн	Структура, %	Вартість, тис. грн	Структура, %	Вартість, тис. грн	Структура, %
Озима пшениця	11,4	29,8	8,3	24,3	15,4	36,7
Озимий ячмінь	7,1	18,6	6,2	18,1	7,5	17,9
Озимий ріпак	15,5	40,6	14,5	37,2	14,6	34,7
Картопля	4,2	11	5,2	20,4	4,5	10,7
Всього	38,2	100	34,2	100	42	100

Аналізуючи вартість товарної продукції можна стверджувати, що господарство є рослинницького напрямку і спеціалізується на виробництві зернових і олійних культур та картоплі.

1.4 Стан механізації виробничих процесів

1.4.1 Загальна характеристика автомобільного парку

Для виконання транспортного забезпечення малих сільськогосподарських підприємств та міжгосподарських робіт використовуються автомобілі-

самоскиди вантажопідйомністю до 6 т. Використання автотранспорту великої вантажопідйомності в таких господарствах є неефективним через порівняно малі обсяги вантажів.

Склад парку вантажних автомобілів наведено у табл. 1.6, згідно якої найбільшу питому вагу у його структурі складають автомобілі марки ЗИЛ та САЗ, що характерно для цього типу сільськогосподарських підприємств.

Таблиця 1.6 – Склад автомобільного парку (станом на 31.12.2023 р.)

Марка автомобіля	Вантажопідйомність, т	Пройдено, км		Технічний стан
		Від останнього КР	Від останнього ремонту або ТО	
ВАЗ-2121	-	40523	9576	справний
ЗИЛ-ММЗ-554	5,5	187648	2347	справний
ЗИЛ-ММЗ-555	5,5	67922	4144	справний
ГАЗ-САЗ-3502	4	54980	3670	справний
ГАЗ-САЗ-3507	4	61025	846	справний

Наявні в господарстві вантажні автомобілі є дещо застарілими, однак знаходяться в справному стані та в повній мірі виконують транспортне забезпечення підприємства.

1.4.2 Загальна характеристика машинно-тракторного парку

Склад тракторного парку господарства (табл. 1.7) виражається переліком необхідних операцій, які потрібно виконувати під час вирощування основних видів сільськогосподарських культур. У загальному складі тракторного парку (4 одиниці) і всі вони колісні.

Таблиця 1.7 – Склад МПТ (станом на 31.12.2023 р.)

Марка трактора	Кількість фізичних тракторів, шт.	Коефіцієнт переводу	Кількість умовних тракторів, ум. ет. тр.
Т-150К	1	1,65	1,65
МТЗ-82	1	0,73	0,73
МТЗ-80	1	0,7	0,7
ЮМЗ-652	1	0,6	0,60
Всього	4	-	3,68

Таблиця 1.8 – Склад парку с.г. машин (станом на 31.12.2023 р.)

Назва с.-г. машини	Марка	Кількість
Плуги	ПЛН-5-35	1
	ПЛН-3-35	1
Сівалки	СЗ-3,6	2
Картоплесаджалка	КСМ-4А	1
Культиватори	КПС-4Г	2
Причепи	2ПТС-4	2
Котки	ЗККШ-6	3
	ЗККН-1,4	2
Борони	БЗСС-1	10
	БДТ-7	1
Заправник	ЗЖВ-1,8	1
Розкидачі мінеральних добрив	МВД-900	1
	МВСУ-0,6АГ	1
Оприскувачі	ОП-2000	1
Прес-підбирач рулонний	ППР-110	1
Картоплекопач	КТН-2В	1
Жатки	ЖВН-6А	1
Комбайни	Дон-1500А	1

Висновки за розділом

1. Ґрунтово-кліматичні умови дозволяють вирощувати високі урожаї всіх районованих сільськогосподарських культур.

2. Вирощування зернових та озимого ріпаку – рентабельне, але слід подбати про поновлення машинно-тракторного парку сучасними машинами.

3. Особливу увагу необхідно звернути на покращення ефективності використання машин під час внесення мінеральних добрив.

МЕТА І ЗАДАЧІ РОБОТИ

Метою роботи є підвищення ефективності використання трактора при виконанні технологічної операції внесення мінеральних добрив шляхом його обладнання гідрофікованим пристроєм автозчіпки.

В роботі необхідно:

- провести виробничу характеристику господарства;
- провести розрахунки з організації виконання технологічної операції внесення мінеральних добрив в умовах господарства;

- Обґрунтувати доцільність модернізації та розрахунок основних параметрів пропонованої конструкції.

2 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

2.1 Технологія внесення мінеральних добрив

2.1.1 Загальні положення

Способи внесення добрив. В сільськогосподарських господарствах поширені три основні способи внесення добрив: основний, передпосівний та в період росту рослин (підживлення).

При основному способі за допомогою розкидачів розкидають по поверхні поля органічні та мінеральні добрива (як правило повну дозу органічних та $\frac{2}{3}$ мінеральних). Потім одразу заробляють їх в ґрунт за допомогою плугів, культиваторів або інших ґрунтообробних машин.

Передпосівне внесення мінеральних добрив виконують одночасно з посівом (посадкою) сільськогосподарських культур в рядки чи гнізда, що забезпечує пришвидшення появи сходів.

Під час росту рослин виконують підживлення: позакореневе (підживлення озимих культур шляхом розсівання добрив на рослини по всій поверхні поля) й кореневе (вздовж рядків в період догляду за посівами).

Загальні агротехнічні вимоги. Добрива усіх видів необхідно вносити в межах норми, розподіляти по поверхні поля чи рядка якомога рівномірніше й загортати в ґрунт на задану глибину. Нерівномірність, яка допускається під час внесення мінеральних добрив, вапна й гіпсу туковими сівалками, не повинна перевищувати $\pm 15\%$, під час внесення розкидачами не повинна перевищувати $\pm 25\%$, а під час розкидання гною й компостів не повинна перевищувати $\pm 30\%$. Вологість добрив повинна відповідати вимогам стандарту. В добривах не допускається наявність сторонніх предметів.

2.1.2 Організація внесення сипучих мінеральних добрив

Вибір технологічної схеми. Широке розповсюдження в господарствах отримали дві основні схеми внесення мінеральних добрив: прямоточна і перевантажувальна. Прямоточну схему доцільно застосовувати тоді, коли є великі площі ділянок поля, а відстань від складу до поля не перевищує 3-4 км. В такому випадку добрива за допомогою навантажувачів завантажують в розкидачі, транспортують до місця внесення і розкидають по полю.

Перевантажувальну схему внесення добрив застосовують тоді, коли ділянки й відстань від складу до поля значні (більше 5 км). За цієї схеми для завантаження розкидачів мінеральних добрив використовують спеціальні автосамоскиди з попереднім підйомом кузова (САЗ-3502) або рухомі естакади з використанням звичайних самоскидів.

Внесення мінеральних добрив за допомогою начіпних розкидачів (типу НРУ-0,5) організовують також за перевантажувальною схемою. В цьому випадку до трактора з навішаним на ньому розкидачем приєднують двохвісний причеп, в який на складі господарства завантажують добрива. На ділянці причеп від'єднують і з нього завантажують добрива в розкидач. Після внесення добрив на одній ділянці агрегат переїжджає на іншу, поки не використає всі добрива. Далі процес повторюється.

Можливий також варіант, коли добриві зі складу транспортуються на поле в мішках, а потім завантажуються в розкидачі вручну.

Також можливий також варіант, коли добриві зі складу транспортуються на поле в мішках і в відведеному місці складаються в штабелі, а потім - в розкидачі (перевалочна схема).

Для внесення великих доз мінеральних добрив на великих площах, значно віддалених від складів, раціонально використовувати автомобільні розкидачі КСА-3. Висококонцентровані добрива, які необхідно вносити з високою рівномірністю, й тукоsumіші поки що найліпше вносити за допомогою тукових сівалок з тарілчастими висівними апаратами.

Підготовка агрегатів до роботи. Для внесення сипучих мінеральних добрив застосовують розкидачі (РТТ-4,2) з тарілчастими висівними апаратами й [2,7,10] з відцентровими дисковими робочими органами. До роботи розкидачі готують у відповідності з із заводськими інструкціями по будові й експлуатації, враховуючи конструктивні особливості й умови роботи. Під час підготовки розкидачів 1-РМГ-4 та МВСУ-0,6АГ спочатку налагоджують їх гідропривід й гідросистему трактора, а після цього регулюють на необхідну норму внесення добрив. У відповідності з нормою й видом мінеральних добрив встановлюють висоту щілини дозуючого пристрою. Уточнюють норму внесення в польових умовах.

При використанні начіпних розкидачі мінеральних добрив трактори, з якими вони агрегатуються обладнують системою автозчіпки СА-1.

Для подрібнення злежаних мінеральних добрив використовують подрібнювачі ИСУ-4 з приводом від електродвигуна потужністю 7 кВт або від трактора класу 9-14 кН. Перед запуском подрібнювача в роботу перевіряють його справність і укомплектованість. Переконавшись в тому, що в бункері немає сторонніх предметів, перевіряють вручну легкість обертання подрібнюючого робочого органу. Частоту обертання ротора встановлюють в межах 800-900 об/хв., ф також підбирають решета (за розмірами отворів). Монтують брезентовий відбивний кожух.

Для змішування кількох компонентів сипучих мінеральних добрив доцільно використовувати змішувач-завантажувач мінеральних добрив УСУ-20.

Підготовка поля. Перед внесенням добрив поле розбивають на загінки, відбивають поворотні смуги, відзначають лінії першого проходу агрегату й визначають місця заправки.

Ширину загінки визначають з урахуванням довжини гону, конфігурації поля, нахилу оранки й кута нахилу місцевості.

Першу й останню вішки встановлюють на відстані 15 м від країв поля, а проміжні – через 100 м.

Поворотні смуги відбивають з врахуванням способу повороту і складу агрегата. Якщо для повороту агрегата можна виїжджати за межі поля, полоси не відбивають.

Способи руху агрегатів. Вибір способу руху залежить від розмірів і конфігурації поля, а також від складу агрегата. Основним способом руху є човниковий з поворотом на рад, найбільш раціональний для односівалкових агрегатів, кузовних та начіпних відцентрових дискових розкидачів. На полях з малою довжиною гонів, а також під час роботи з широкозахватними агрегатами (трьох-чотирьох сі валковими) доцільно використовувати гонів спосіб з безпетлевим поворотом. Цей спосіб руху агрегатів для внесення мінеральних добрив дозволяє на 30-40 % скоротити ширину поворотної смуги.

Під час вибору напрямку руху враховують стан поля. Бажано, щоб напрямок руху співпадав з напрямком оранки, а вітер був боковим. При слабкому вітрі й погано вирівняній поверхні поля рух агрегата вибирають в напрямку оранки, а при добре вирівняному полі – перпендикулярно до напрямку вітру.

Робота агрегатів. Для визначення місць завантаження за перевантажувальної схеми внесення мінеральних добрив необхідно визначити довжину шляху розкидання (L_p , м) [24]:

$$L_p = \frac{10^4 G_p}{H_m \cdot B_p} \quad (2.1)$$

де G_p – вантажопідйомність розкидача, кг;

H_m – норма внесення добрив, кг/га;

B_p – робоча ширина захвату, м.

Якщо довжина шляху розкидача кратна довжині гону, добрива з самоскида або естакади в кузов розкидача перевантажують в кінці гону з однієї

або обох сторін поля. При недотриманні цих умов розкидач завантажують по потребі в різних місцях.

Розкидачі мінеральних добрив з відцентровими дисковими апаратами працюють зі швидкістю руху 10-12 км/год, а тукові сівалки з тарілчастим висівним апаратом – до 8 км/год. Зі збільшенням швидкості руху погіршується якість роботи. Лабораторно-польові дослідження сівалок РТТ-4,2 показали, що зі збільшенням робочої швидкості руху від 8 до 12 км/год нерівномірність висіву збільшується з 15 до 28%.

Навантаження мінеральних добрив виконують за допомогою грейферних навантажувачів ПЭ-0,8 та ПГ-0,2.

Внаслідок великої ширини захвату відцентрових розкидачів трактористу-машиністу важко виконувати наступні проходи агрегата, забезпечуючи необхідне перекриття.

При перших двох-трьох проходах перевіряють фактичну норму внесення мінеральних добрив, яка може значно відрізнятись від розрахункової (табличної). Польову перевірку виконують за двома способами. За відомою масою (контрольною наважкою) Q_k визначають шлях [10, 24]

$$L_k = \frac{10^4 Q_p}{H_p \cdot B_m} \quad (2.2)$$

або для відомого шляху (довжина гону) за цією ж формулою визначають контрольну наважку (Q_k). Якщо контрольна наважка висівається раніше, або залишається в ящику (кузові) після пройденого шляху (L_k), відповідно уточнюють регулювання.

Протягом дня норму внесення контролюють за кількістю проходів агрегата (n_{II}) на полі з однією заправкою:

$$n_{II} = \frac{10^4 Q}{B_p \cdot H_m \cdot l_z} \quad (2.2)$$

де Q – маса добрив в кузові, кг;

l_2 – довжина гону, м.

Рівномірність та симетричність розкидання по ширині захвату визначають візуально. Розриви між суміжними проходами не допускаються, а перекриття повинно становити не більше 5% ширини захвату.

2.2 Технологічна документація

При проектуванні технологій виділяють окремі цикли, що об'єднують сукупність операцій. Операції у технологічному циклі взаємопов'язані агротехнічними вимогами і часовими рамками та відображаються в операційних картах [2,8,24].

Операційна карта є основним документом операційної технології. Вона визначає основні вимоги, що ставляться до проведення технологічних операцій та порядок виконання виробничих процесів із врахуванням конкретних природно-кліматичних умов господарства. У ній також вказуються вихідні дані, агротехнічні вимоги, висвітлюється послідовність підготовки поля та агрегату до роботи, контроль за якістю виконання роботи, допуски на відхилення від заданих параметрів, основні заходи з техніки безпеки.

Під час вирощування сільськогосподарських культур важливою операцією є внесення добрив. Тому як приклад розрахунку операційно-технологічної карти, наведемо розрахунок внесення сипучих мінеральних добрив. Варто зазначити, що у реальних виробничих умовах операційні карти формуються на всі технологічні операції, включаючи допоміжні.

2.3. Розрахунок операційної карти внесення мінеральних добрив

2.3.1. Вихідні дані

Вихідними даними для розрахунку операційної карти на внесення мінеральних добрив є характеристика умов роботи машинно-тракторного агрегату:

1. Операція – внесення мінеральних добрив під озиму пшеницю;
2. Загальний обсяг робіт F , га - 76;
3. Середня площа ділянки, га - 20;
4. Середня довжина гону L , м - 1000;
5. Середня ширина гону C , м - 200;
6. Схил поля i , % - 2;
7. Склад агрегату: ЮМЗ-652 + МВСУ-0,6АГ

Можливі робочі передачі трактора при виконанні заданої сільськогосподарської роботи визначаються за потенційною тяговою характеристикою, яка є сукупністю огинаючих кривих, на яких розміщуються значення максимальної тягової потужності M_{gmax} і номінальної робочої швидкості $V_{рн}$ відповідно до номінальних тягових зусиль $P_{гн}$ на робочих передачах трактора.

Її побудову здійснюємо на основі даних, наведених в таблиці 2.1.

На характеристиці відмічають зону раціонального завантаження фактора (А) і межі технологічно допустимих робочих швидкостей для виконання операції внесення мінеральних добрив (арк.2).

Таблиця 2.1 – Параметри потенційної тягової характеристики трактора ЮМЗ-652 на стерні

Показники	Передачі трактора				
	1	2	3	4	5
Тягова потужність N_{max} , кВт	27,2	29,0	28,6	26,7	25,6
Тягове зусилля P_{zn} , кН	14	12,5	9,6	4,3	2,65
Робоча швидкість $V_{рн}$ км/год	7,6	9,0	11,1	19,0	24,5

Відповідно до технологічно допустимої швидкості руху (6...15 км/год) встановлено, що за основні робочі передачі можуть служити II і III, на яких параметри тягової характеристики мають такі значення:

Швидкість робоча:

$$V_{рII} = 9,0 \text{ км/год};$$

$$V_{рIII} = 11,1 \text{ км/год}.$$

Швидкість на поворотах:

$$V_{рII} = 8,6 \text{ км/год};$$

$$V_{рIII} = 10,2 \text{ км/год}.$$

Тягове зусилля:

$$P_{рII} = 12,5 \text{ кН};$$

$$P_{рIV} = 9,6 \text{ кН}.$$

Годинна витрата палива на робочому ході:

$$G_{годII} = 11,6 \text{ кг/год};$$

$$G_{годIII} = 10,4 \text{ кг/год}.$$

2.3.2 Визначення приведенного опору робочих органів машини

$$R_{agr} = \frac{N_{ГП} \cdot \eta_{МГ}}{V_p \cdot \eta_{ГП}}, \quad (2.4)$$

де $N_{ГП}$ - потужність, яка необхідна на привід механізмів машини, кВт;

$\eta_{мг}$ - коефіцієнт корисної дії механічної передачі;

V_P - робоча швидкість, м/с;

$\eta_{ВВП}$ - коефіцієнт корисної дії передачі через ГП.

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора:

$$R_{а2рII} = \frac{18 \cdot 0,9}{9 \cdot 0,88} = 2,05 \text{кН}$$

$$R_{а2рIII} = \frac{18 \cdot 0,9}{11,1 \cdot 0,88} = 1,67 \text{кН}$$

$$\eta_{mp} = \frac{R_{а2р}}{P_{зак} - G_{mp} \frac{i}{100}}, \quad (2.5)$$

де G_{mp} - вага трактора, кН.

$$\eta_{mpII} = \frac{2,05}{12,5 - 44,1 \frac{1}{100}} = 0,17$$

$$\eta_{mpIII} = \frac{1,67}{9,6 - 44,1 \frac{1}{100}} = 0,18$$

Враховуючи те, що на III передачі коефіцієнт використання тягового зусилля трактора є вищим, то її вибираємо за основну.

Коефіцієнт використання тягової потужності трактора [33]:

$$\eta_{mp} = (R_{а2р} \cdot V_P) / (3,6 \cdot N_{zn}) \quad (2.6)$$

де N_{zn} - номінальна тягова потужність трактора, $N_{zn} = 12,5$ кВт.

$$\eta_{mp} = (1,67 \cdot 11,1) / (3,6 \cdot 29) = 0,18$$

Коефіцієнт корисного використання потужності двигуна:

$$\eta_{\text{дв}} = (R_{\text{азр}} \cdot V_P) / (3,6 \cdot N_{\text{ен}}), \quad (2.7.)$$

де $N_{\text{ен}}$ - номінальна потужність двигуна, $N_{\text{ен}}=45,6$ кВт.

$$\eta_{\text{дв}} = (1,67 \cdot 11,1) / 3,6 \cdot 45,6 = 0,11$$

Складаємо експлуатаційну характеристику МТА (табл.2.2).

Таблиця 2.2 – Експлуатаційна характеристика МТА

№ п/п	Mark	Est	Number	Equals
1	2	3	4	5
1	Склад МТА		ЮМЗ-652	
	марка трактора	-	МВСУ-	-
	марка с.г. машини	-	0,6АГ	-
2	Кількість с.г. машин в агрегаті	шт	n_M	1
3	Кількість обслуговуючого персоналу	Люд.	$n_{\text{люд}}$	1
4	Конструктивна ширина захвату	м	B_K	8-22
5	Робоча передача	-	-	III
6	Робоча швидкість	км/год	V_P	11,1
7	Номінальне гакове зусилля на вибраній передачі	кН	$p_{\text{гн}}$	9,6
8	Тяговий опір агрегату	кН	$R_{\text{азр}}$	1,67
9	Годинна витрата палива на робочому ході	кг/год	$G_{\text{год}}$	10,4
10.	Коефіцієнт використання: тягового зусилля	-	$\eta_{\text{тр}}$	0,18
	гакової потужності трактора	-	η_z	0,18

	ефективної потужності двигуна	-	$\eta_{дв}$	0,11
11.	Класифікація МТА за: видом с.г. роботи способом з'єднання робочих органів з трактором способом приводу робочих органів розміщення робочих машин в агрегаті відносно трактора і тракториста та поздовжньої осі агрегату	внесення міндобрив начіпний привідний заднє		

2.3.3 Організація роботи агрегату в заїнці

Вибираємо човниковий спосіб руху як такий, що при виконанні даної операції забезпечить досягнення найвищого коефіцієнта робочих ходів.

За формулою (2.1) визначаємо довжину розкидання:

$$L_p = \frac{10^4 \cdot 600}{240 \cdot 16} = 1562,5 \text{ м.}$$

Радіус повороту:

$$R_n = R_T K_r K_v, \quad (2.8)$$

де R_T – радіус повороту трактора, м;

K_r - коефіцієнт, що враховує тип і параметри МТА;

K_v - коефіцієнт, що враховує швидкість руху на поворотах.

$$R_n = 6 \cdot 1,5 \cdot 1,2 = 10,8 \text{ м}$$

Кінематичну довжину агрегату визначаємо як суму кінематичної довжини трактора ($L_{mp} = 0,911$) і косарки ($L_M = 0,46$):

$$L_K = L_{mp} + L_M = 0,911 + 0,46 = 1,37 \text{ м} \quad (2.9)$$

Кінематична ширина агрегату:

$$d_K = 0,5B_m = 0,5 \cdot 1,884 = 0,942 \text{ м} \quad (2.10)$$

Довжина виїзду агрегату:

$$e = 0,1L_K = 0,1 \cdot 1,37 = 0,14 \text{ м} \quad (2.11)$$

Мінімальну ширину поворотної смуги:

$$E_{\min} = 1,1R + e + d_K = 1,1 \cdot 4,2 + 0,14 + 0,942 = 5,7 \text{ м} \quad (2.12)$$

Ширина поворотної смуги з умови кратності проходів при її обробітці:

$$E = 4 R_T = 4 \cdot 4,2 = 16,8 \text{ м} \quad (2.13)$$

Довжина робочого проходу агрегату:

$$L_p = L - 2E = 1000 - 2 \cdot 16,8 = 966,4 \text{ м} \quad (2.14)$$

Довжина одного безпетлевого повороту:

$$l_x = 7R_T + 2e = 7 \cdot 10,8 + 2 \cdot 0,14 = 29,7 \text{ м} \quad (2.15)$$

Кількість робочих проходів на загінці:

$$n_p = \frac{C}{B_\kappa} + \frac{2E}{B_\kappa} = \frac{200}{16} + \frac{2 \cdot 16,8}{16} = 14,6, \quad (2.16)$$

де C – ширина заїнки, $C=300$ м.

Кількість холостих поворотів:

$$n_x = n_p - 1 = 14,6 - 1 = 13,6, \quad (2.17)$$

Коефіцієнт робочих ходів:

$$\varphi = \frac{l_p \cdot n_p}{l_p \cdot n_p + l_x \cdot n_x} = \frac{966,4 \cdot 14,6}{966,4 \cdot 14,6 + 29,7 \cdot 13,6} = 0,97, \quad (2.18)$$

2.3.4. Визначаємо показники використання агрегатів

Тривалість одного круга (циклу) роботи агрегату на заїні:

$$t_u = t_p + t_x \quad (2.19)$$

де t_p , t_x – відповідно час на робочі проходи і холості за цикл.

Чистий робочий час за цикл:

$$t_p = \frac{2 \cdot l_p \cdot 60}{V_p \cdot 1000} = \frac{2 \cdot 966,4 \cdot 60}{11,1 \cdot 1000} = 10,4 \text{ хв}, \quad (2.20)$$

де V_p – робоча швидкість руху агрегату, $V_p=11,1$ км/год.

Час на холості повороти за цикл:

$$t_x = \frac{2 \cdot l_x \cdot 60}{V_x \cdot 1000} = \frac{2 \cdot 29,7 \cdot 60}{10,4 \cdot 1000} = 0,34 \text{ хв}$$

Тоді $t_u = 10,4 + 0,34 = 10,74 \text{ хв}$

Кількість циклів за зміну:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{зм}} - T_{\text{нз}} - T_{\text{он}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.21)$$

де $T_{\text{зм}}$ - тривалість зміни, $T_{\text{зм}} = 7$ год;

$T_{\text{нз}}$ - підготовчо-заключний час за зміну;

$$T_{\text{нз}} = T_{\text{нк}} + T_{\text{цо}} + T_{\text{ннк}} + T_{\text{нн}}, \quad (2.22)$$

де $T_{\text{нк}}$, $T_{\text{цо}}$, $T_{\text{ннк}}$, $T_{\text{нн}}$ - час за зміну на підготовку, щозмінне ТО елементів агрегату, на переїзди, одержання наряду та здачу роботи: $T_{\text{нк}} = 3$ хв; $T_{\text{цо}} = 30$ хв; $T_{\text{ннк}} = 16$ хв; $T_{\text{нн}} = 4$ хв.

$$T_{\text{нз}} = 3 + 30 + 16 + 4 = 53 \text{ хв}$$

$T_{\text{он}}$ - час внутрішніх перерв, $T_{\text{он}} = 30$ хв.

$$n_{\text{ц}} = \frac{420 - 53 - 30}{10,74} = 31,37 = 32 \text{ цикли}$$

Чистий робочий час за зміну:

$$T_p = t_p \cdot n_{\text{ц}}, \quad (2.23)$$

$$T_p = 10,74 \cdot 32 = 343,68 \text{ хв}$$

Час холостого руху за зміну:

$$T_x = t_x \cdot n_{\text{ц}} = 0,34 \cdot 32 = 10,88 \text{ хв.} \quad (2.24)$$

Час зупинок агрегату з працюючим двигуном трактора:

$$T_o = T_{\text{нк}} + T_{\text{цо}} + T_{\text{нн}} + T_{\text{он}} = 3 + 30 + 4 + 30 = 67 \text{ хв,} \quad (2.25)$$

Дійсна тривалість зміни:

$$T_{зм.д} = T_p + T_x = 343,68 + 10,8 = 354,56 \text{ хв} = 5,91 \text{ год} \quad (2.26)$$

Коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau = T_p / T_{зм.д} = 5,73 / 5,91 = 0,97 \quad (2.27)$$

Продуктивність агрегату за зміну:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_K \cdot \beta \cdot V_p \cdot T_p = 0,1 \cdot 16 \cdot 0,984 \cdot 11,1 \cdot 5,73 = 100,1 \text{ га}, \quad (2.28)$$

Продуктивність агрегату за цикл:

$$W_{ц} = 2B_K \cdot \beta \cdot L \cdot 10^{-4} = 2 \cdot 16 \cdot 0,984 \cdot 966,4 \cdot 10^{-4} = 3,04 \text{ га} \quad (2.29)$$

2.4 Визначаємо експлуатаційні затрати на виконання роботи

Витрата палива на одиницю роботи:

$$G = \frac{G_p T_p + G_x T_x + G_o T_o}{W_{зм}} = \frac{11,6 \cdot 6,8 + 10,4 \cdot 0,18 + 0,8 \cdot 1,12}{100,1} = 0,82 \text{ кг / га}, \quad (2.30)$$

де G_p , G_x , G_o – витрата палива: $G_p = 11,6$ кг/год; $G_x = 10,4$ кг/год; $G_o = 0,8$ кг/год.

Затрати праці на одиницю роботи:

$$z_n = \frac{m \cdot T_{зм.д}}{W_{зм}} = \frac{1 \cdot 6,03}{100,1} = 0,06 \text{ людгод / га}, \quad (2.31)$$

де m – кількість обслуговуючого персоналу, $m = 1$ чол.

Витрата грошових коштів на одиницю роботи:

$$S_o = \sum S_a + \sum S_{mo} + S_{nm} + S_{zn} \quad (2,32)$$

де $\sum S_a$, $\sum S_{mo}$, S_{nm} , S_{zn} - відрахування грошових коштів відповідно на амортизацію, поточний ремонт і технічне обслуговування всіх агрегатів, вартість паливно-мастильних матеріалів і оплата праці, грн/га.

Амортизаційні відрахування:

-для трактора

$$S_a = \frac{(a_p + a_k) \cdot B \cdot 7}{T_p \cdot 100 \cdot W_{zm}} = \frac{(14,3 + 2,7) \cdot 80000 \cdot 7}{1000 \cdot 100 \cdot 100,1} = 0,95 \text{ грн/га}, \quad (2.33)$$

де a_p , a_k - норми амортизаційних відрахувань відповідно на реновацію і капітальний ремонт, % ($a_p=14,3\%$, $a_k=2,7\%$);

B - балансова вартість трактора, грн ($B=80000$ грн);

T_p - річне завантаження трактора, год ($T_p = 1000$ год).

- для розкидача:

$$S_{a_m} = \frac{(20 + 0) \cdot 4500 \cdot 7}{200 \cdot 100 \cdot 100,1} = 0,31 \text{ грн/га}$$

Сумарні амортизаційні відрахування:

$$\sum S_a = S_{am} + S_{am} = 0,95 + 0,31 = 1,26 \text{ грн/га}$$

Відрахування на ремонт і технічні обслуговування:

-для трактора

$$S_{mo} = \frac{(a_{np} + a_{mo}) \cdot B \cdot 7}{T_p \cdot 100 \cdot W_{zm}} = \frac{1,4 \cdot 80000 \cdot 7}{1000 \cdot 100 \cdot 100,1} = 0,08 \text{ грн/га}, \quad (2.34)$$

- для розкидача:

$$S_{mo} = \frac{9,0 \cdot 4500 \cdot 7}{200 \cdot 100 \cdot 10,35} = 0,14 \text{ грн/ га}.$$

де a_{np} , a_{mo} - норми відрахувань відповідно на поточний ремонт і ТО, %
($a_{np} + a_{mo} = 1,4\%$ для трактора, $a_{np} + a_{mo} = 9\%$ для розкидача).

Сумарні затрати на поточний ремонт і технічне обслуговування:

$$\sum S_{mo} = S_{mot} + S_{tom} = 0,08 + 0,14 = 0,22 \text{ грн/га}$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів:

$$S_{nm} = C \times G = 6,9 \times 0,82 = 5,66 \text{ грн /га}, \quad (2.35)$$

де C - комплексна ціна палива, $C=6,9$ грн/кг.

Оплата праці механізаторів:

$$S_{zn} = \frac{(f \cdot m \cdot 1,044 \cdot 1,0455)}{W_{zm}} = \frac{(5,52 \cdot 1 \cdot 1,044 \cdot 1,0455)}{100,1} = 0,06 \text{ грн/ га}, \quad (2.36)$$

де f - тарифна ставка механізатора, $f=5,52$ грн.

Собівартість обробітку гектара знаходимо за формулою (2.32):

$$S_0 = 1,26 + 0,22 + 5,66 + 0,06 = 7,18 \text{ грн/га}.$$

Висновки за розділом

1. Врахування технологічних особливостей внесення мінеральних добрив у конкретних умовах господарства дозволить збільшити урожайність основних видів с.г. культур, а запропонований агрегат для внесення добрив підвищить рівень ефективності їх виробництва.

2. Систематичне використання операційно-технологічних карт поліпшує технічну і технологічну наладку агрегатів, забезпечуючи виконання робіт, особливо внесення мінеральних добрив, з дотриманням агротехнічних, агробіологічних, організаційно-економічних та інженерних вимог.

3. Забезпечення виконання основних показників, отриманих під час розрахунку операційної карти на внесення мінеральних добрив, підвищує ефективність вирощування с.г. культур в умовах СТОВ Агрофірма «Обрій» Дергачівського району Харківської області.

3 ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ

3.1 Аналіз конструкції навіски трактора ЮМЗ-652

Навіска служить для приєднання до трактора начіпних і напівначіпних сільськогосподарських машин і регулювання їх робочого положення.

Начіпні машини приєднуються до трактора в трьох точках: до задніх шарнірів нижньої (подовжніх) тяги і верхньої (центральної) тяги. Лівий по ходу трактора розкіс зазвичай не регулюється і розмір між його нижнім і верхнім пальцями має бути рівний 515 мм [34].

Механізм фіксації навіски призначений для утримання навісного пристрою з приєднаною до нього сільгоспмашиною в крайньому верхньому положенні при транспортних переїздах.

Начіпні машини обладнують автоматичними зчіпками СА-1 (рис. 3,1), призначеними для автоматичного приєднання машини до трактора.

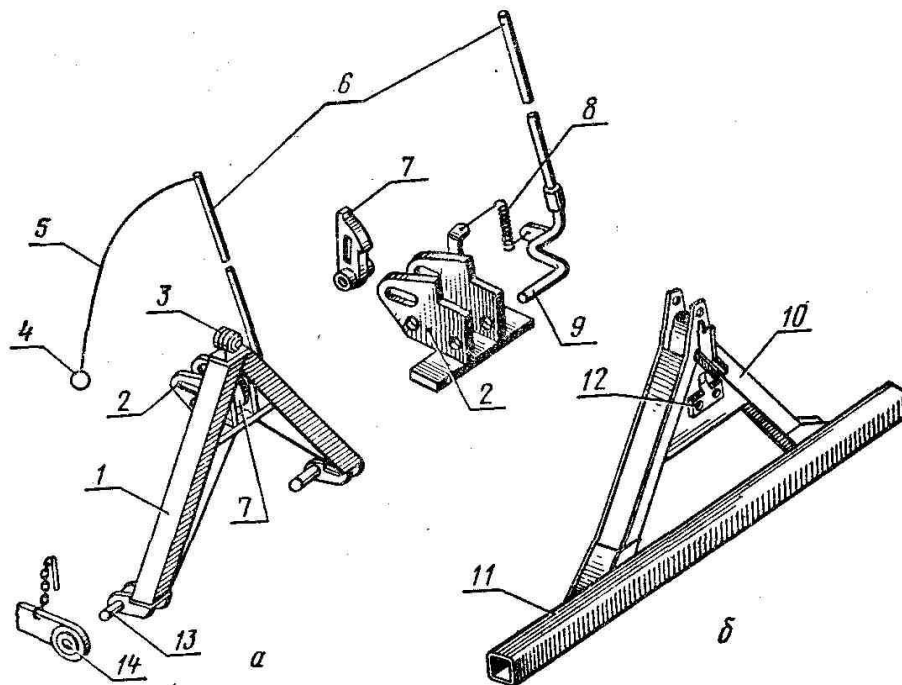


Рисунок 3.1 – Автоматична зчіпка СА-1:

а - рамка; б - замок; 1 - рама рамки; 2 - щока; 3 - ролик; 4 - кільце; 5 - мотузок; 6 - рважиль; 7 - заскочка; 8 - пружина рукоятки; 9 - вісь рукоятки; 10 - рама замка; 11 - брус рами сівалки; 12 - регулювальна планка; 13 - папеч; 14 - нижня тяга начіпного механізму трактора

Зчіпка СА-1 складається з рамки 1 (рис. 3.1, а) і замка 10 (рис.3.1, б). Рамка 1 зварної конструкції має трикутну форму. За допомогою пальців 13 і щік 2 її прикріплюють до нижніх тяг 14 і верхньої тяги начіпного механізму трактора.

Центральна тяга кріпиться до продовгуватих отворів у щоках 2, а у разі недостатнього дорожнього просвіту або збільшеної нерівномірності ходу робочих органів машини - до круглих отворів. Автозчіпка з'єднується з машиною, що агрегатується, за допомогою замку 10, встановленого на цій машині. Для полегшення входу у замок до рамки приварений підшипник з роликом 3. Для фіксації рамки 1 у замку 10 між щоками 2 на осі 9 рукоятки 6 закріплена заскочка 7, зуб якої заходить в отвір замка і упирається у планку 12. Замок кріпиться до бруса 11 рами сівалки.

Для з'єднання машини з трактором до неї під'їжджають під прямим кутом, добиваючись збігу осей симетрії рамки і замка. Після того, як рамка зайде у замок до зіткнення площин, включають гідросистему на підняття. При цьому рамка рухається вгору, зуб заскочки входить у отвір в косинці замка, регульований планкою 12, і фіксує обидва вузли, відвертаючи роз'єднання при випадковій дії на важіль гідророзподільника.

Для від'єднання машини від трактора її опускають на ґрунт, за допомогою кільця 4 і мотузка 5 повертають рукоятку, виводячи заскочку з отвору замка, гідросистемою трактора опускають рамку вниз і від'їжджають від машини.

На картоплесаджалках застосовують автозчіпку СА-2, яка відрізняється від зчіпки СА-1 тільки розмірами [32,34].

Гідрофікований причіпний крюк призначений для використання трактора в агрегаті з одноосними причепами.

3.2 Обґрунтування доцільності конструктивної розробки

В даний час широко використовуються, особливо в сільськогосподарському виробництві, агрегати, що складаються з трактора і

начіпної машини, приєднаної за допомогою автоматичної зчіпки СА-1. В сільськогосподарському виробництві майже половина робіт виконуються навісними машинами та знаряддями. Також значна кількість сільськогосподарських машин і знарядь, потребують використання гідравлічної системи трактора для приводу робочих органів чи роботи власної гідравлічної системи. Досі не запропоновано конструкція ефективного автоматичного з'єднувального пристрою для з'єднання гідросистем трактора і машини через велику складність в забезпеченні точного взаємного орієнтування елементів зчіпних пристроїв, розміщених на тягачі і машині. Тому виникає потреба у створенні такої системи з'єднання, яка б забезпечувала надійне з'єднання машин та одночасне з'єднання гідросистеми трактора й машини.

Основною проблемою вирішення питання автоматичного з'єднання гідросистеми трактора з гідросистемою машини в момент її навішування на замок автозчіпки є потреба забезпечення необхідного взаємного положення штуцерів гідросистем трактора і причіпної машини.

Метою даної конструктивної розробки є удосконалення конструкції автоматичної зчіпки для надійного і швидкого з'єднання трактора з машиною з одночасним з'єднанням їх гідросистем, шляхом гарантованого взаємного орієнтування з'єднувальних елементів гідросистем трактора і начіпної машини одночасно з введенням трикутника автозчіпки трактора в рамку замка автозчіпки машини.

3.3 Опис конструкції гідрофікованого пристрою автозчіпки

Для автоматичного з'єднання гідросистем трактора та начіпної с.г. машини нами запропоновано наступну схему удосконалення автоматичного зчіпного пристрою СА-1.

Автоматичний зчіпний пристрій трактора і начіпної с.г. машини з механізмом автоматичного з'єднання їх гідросистем (рис. 3.2.) включає трикутник автозчіпки зі змонтованим на ньому штуцером з клапаном вузла

з'єднання гідросистем, який встановлюється на навісну систему трактора, а також обладнане клапаном і ущільненням гніздо, під'єднане до гідросистемою с.г. машини, яке монтується на рамці замка авто зчіпки машини.

Вузол з'єднання гідравлічних систем дає можливість сполучити масляну магістраль гідросистеми трактора з гідромагістраллю начіпної машини.

Конструкція з'єднувального вузла гідросистем трактора і причіпної машини автоматичного зчіпного пристрою представлена на рис. 3.3. та на аркуші 4 графічної частини.

За основу конструкції вузла автоматичного з'єднання гідросистем трактора та причіпної машини взято конструкцію розривної муфти гідросистеми тракторів класу 1,4.

Вузол складається з верхньої і нижньої частин. Нижня частина в свою чергу складається з прямокутного порожнистого корпусу 1, в якому проточена канавка під штопорне кільце 11. У корпусі 1 розміщений штуцер 2 з різьбовою частиною для нагвинчування стакана нижнього клапана 5. У верхній частині стакана 5 виконане посадочне місце під кульку клапана 8, яка має діаметр 8 мм. Знизу кулька 8 клапана підперта пружиною клапана 7, яка в свою чергу своїм нижнім торцем спирається на опорну шайбу 6, встановлену на верхній торці штуцера 2. Герметичність нижнього клапана забезпечується ущільнюючою шайбою 9.

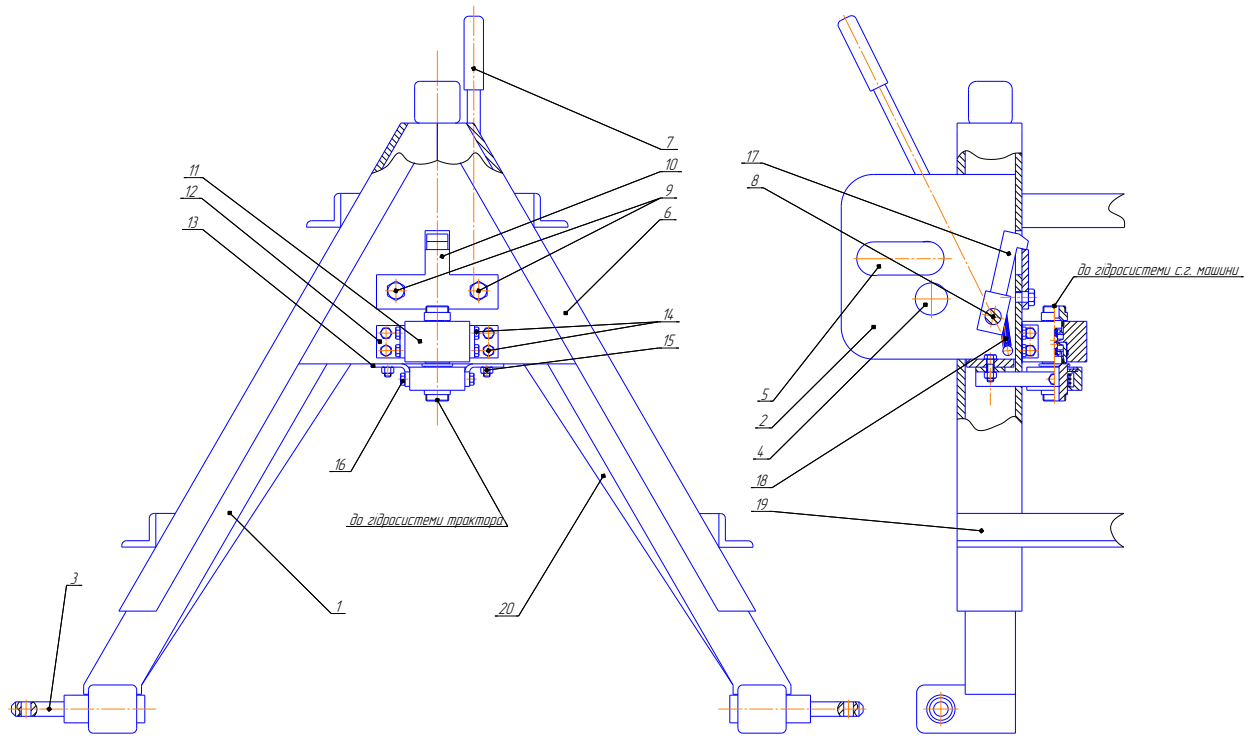


Рисунок 3.2 – Автозчіпка:

Штуцер 2 кріпиться в корпусі 1 за допомогою штопорного кільця 11. Для сприйняття вертикальних осевих навантаження на штуцер 2 в момент з'єднання нижньої й верхньої частин вузла з'єднання гідросистем трактора і с.г. машини в корпусі 1 під штуцером 2 встановлено пружину 12. До трикутника автозчіпки 1 (рис. 3.2) нижня частина вузла зеднання гідросистем кріпиться болтами 15 за допомогою тримачів 13.

Нижній штуцер 2 з'єднується гідравлічним шлангом з гідросистемою трактора.

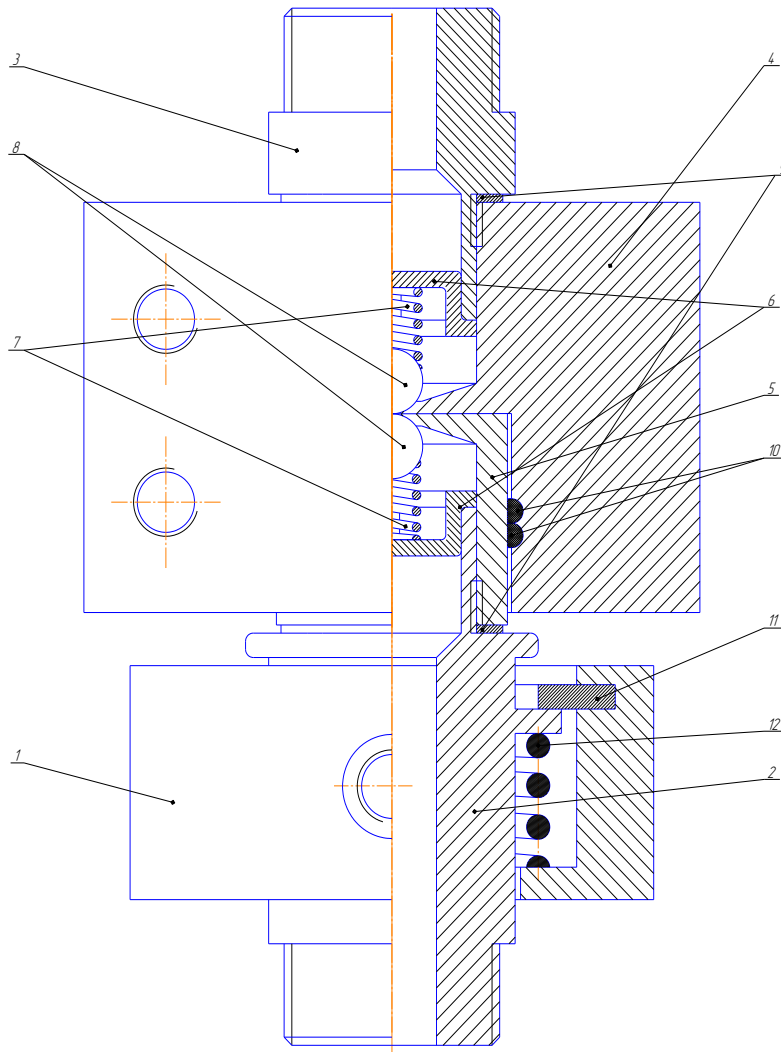


Рисунок 3.3 – Вузол автоматичного з'єднання гідросистеми трактора з гідросистемою причіпної машини:

1 – корпус; 2 – нижній штуцер; 3 – верхній штуцер; 4 – стакан; 5 – стакан нижнього клапана; 6 – упорна шайба; 7 – пружина клапана; 8 – кулька клапана; 9 – ущільнююча шайба; 10 – ущільнюючі кільця; 11 – штопорне кільце; 12 – пружина

Верхня частина вузла складається з стакана 4, який одночасно є корпусом верхнього клапана. У верхній частині стакана 4 нарізана різьба для вкручування верхнього штуцера 3 для під'єднання трубопроводу гідросистеми машини. В середині стакана 4 виконано посадочне місце під кульку 8 верхнього клапана. В закритому положенні клапан утримує пружина 7, яка своїм нижнім торцем

впирається в поверхню кульки 8, а верхнім в упорну шайбу 7. Герметичність верхнього клапана забезпечується ущільнюючою шайбою 9.

Для запобігання витікання мастила через зазор між стаканом 4 і стаканом нижнього клапана 5, коли вузол перебуває в з'єднаному положенні під час роботи агрегату, в нижній частині стакана 4 виконано дві кільцеві канавки, в яких встановлені ущільнюючі кільця 10.

3.4 Принцип роботи гідрофікованого пристрою автозчіпки

Гідрофікований пристрій авто зчіпки працює наступним чином.

Для з'єднання трактора з начіпною машиною трактор розміщують заднім ходом до машини по осі руху трактора.

Для з'єднання машини з трактором до неї під'їжджають під прямим кутом, добиваючись збігу осей симетрії трикутника 1 (рис. 3.2) і рамки замка 6. Після того, як рамка зайде у замок до зіткнення площин, включають гідросистему на підняття. При цьому рамка рухається вгору, зуб заскочки 17 входить у отвір в косинці рамки замка 6, регульований планкою 12, і фіксує обидва вузли, відвертаючи роз'єднання при випадковій дії на важіль гідророзподільника.

В момент входу трикутника авто зчіпки 1 в рамку замка 6 нижній штуцер 2 нижнім стаканом 5 входить в верхній стакан 4 з ущільненням 10, тим самим досягається герметичне з'єднання гідромагістралі трактора з гідромагістралю машини. Осьові навантаження на нижній штуцер 2, які можуть виникнути під час навішування машини внаслідок неточного регулювання замка автозчіпки та навіски трактора сприймаються пружиною 12, чим усувається можливість пошкодження вузла з'єднання гідросистем трактора і с.г. машини.

Для від'єднання машини від трактора її опускають на ґрунт, за допомогою кільця 4 і мотузка 5 (рис. 3.1) повертають важіль 6, виводячи заскочку 17 з отвору рамки замка 6, гідросистемою трактора опускають рамку вниз. В цей момент нижній стакан 5 вийде з верхнього стакана 4 (рис. 3.3.).

Кулькові клапани штуцерів закриваються під дією тиску мастила в трубопроводах. Далі трактором від'їжджають від машини.

Трикутник автозчіпки з'єднується за допомогою пальця. Зусилля, яке діє на палець під дією ваги начіпної машини (розкидача) знаходимо за формулою [17].

$$N = P_m \cdot F \quad (3.1)$$

де P_m – тиск дії ваги машини на палець, $P_m = 86,8$ МПа;

F - площа кільця центральної тяги.

$$F = \pi \cdot r^2 \quad (3.2)$$

де r - радіус кільця центральної тяги, $r = 2$ см.

Тоді за (3.2 і 3.1)

$$F = 3,14 \cdot 2^2 = 12,56 \text{ см}^2$$

$$N = 86,8 \cdot 12,56^2 = 13693,01 \text{ Н}$$

Перевіримо міцність з'єднуючого пальця на зріз за формулою

$$\tau_{зр} = \frac{N}{F_{зр}} \leq [\tau_з] \quad (3.3)$$

де $F_{зр}$ - площа зрізу (пальця).

$$F_{зр} = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \quad (3.4)$$

де d - діаметр пальця за місцем зрізу (вибираємо конструктивно $d = 24$ мм).

Тоді за (3.4)

$$F_{зр} = 3,14 \cdot \frac{24^2}{4} = 452,2 \text{ мм}^2$$

$[\tau_3]$ - допустиме зусилля зрізу.

Матеріал пальця Сталь 45 для якого $[\tau_3] = 80$ МПа [17].

Тоді за (3.3)

$$\tau_{зр} = \frac{13693,01 \cdot 10^3}{452,2} = 30,28 \text{ МПа}$$

$$30,28 < 80.$$

Отже, міцність з'єднуючого пальця центральної тяги навіски трактора з щоками трикутника автозчіпки забезпечується.

3.5 Розрахунок запобіжної пружини вузла з'єднання гідросистем

Вихідні дані:

Пружина стискання.

$$F_1 = 20 \text{ Н};$$

$$F_2 = 80 \text{ Н};$$

$$h = 30 \text{ мм};$$

$$D_1 = 46 \text{ мм};$$

$$V_{max} = 5 \text{ м/с};$$

$$N_F \geq 1 \cdot 10^{-7}.$$

За [1] перевіряємо, чи за заданої витривалості пружину слід віднести до 1 класу.

Визначаємо силу пружини при максимальній деформації:

$$F_3 = \frac{F_2}{1 - \delta}, \quad (3.5)$$

При інтервалі $\delta=0,05\dots0,25$ F_3 рівне:

$$F_3 = \frac{F_2}{1 - 0,05} \div F_3 = \frac{F_2}{1 - 0,25} = 84 \div 107 \text{ Н}$$

В інтервалі від 84 до 107 Н (ГОСТ 13766-86) пружини класу I, розряду 1 мають наступні сили F_3 : 85; 90; 95; 100 й 106 Н [1].

Виходячи з заданих розмірів діаметра й необхідності забезпечення найбільшу критичну швидкість зупиняємося на витку з наступними даними: $F_3 = 106 \text{ Н}$; $D = 4,0 \text{ мм}$; $D_1 = 46 \text{ мм}$; $C_I = 97,05 \text{ Н/мм}$; $s_3' = 1,092 \text{ мм}$.

Враховуючи, що для пружин 1 класу норма напруженості $\tau_3=0,3R_m$ знаходимо, що для знайденого діаметра проволочки з вуглицевої холоднотягнутої сталі розрахункове напруження $\tau_3=0,3 \cdot 2100=630 \text{ Н/мм}^2$.

Належність до 1 класу перевіряємо шляхом визначення відношення V_{max}/V_k , для чого визначаємо критичну швидкість:

$$V_k = \frac{\tau_3 \left(1 - \frac{F_2}{F_3} \right)}{\sqrt{2G_p \cdot 10^{-3}}} = \frac{630 \cdot 0,25}{35,1} = 4,5, \text{ м/с} \quad (3.6)$$

Отримана величина свідчить про співударяння витків в дані пружині, а отже потрібна витривалість може не забезпечуватись. Отже використовуємо пружину 2 класу. Заданому зовнішньому діаметру й знайденим силам F_3 відповідає виток з наступними даними по ГОСТ 13770-86: $F_3 = 95 \text{ Н}$; $D = 3,2 \text{ мм}$; $D_1 = 45 \text{ мм}$; $C_I = 36,58 \text{ Н/мм}$; $s_3' = 2,597 \text{ мм}$. [1].

Враховуючи, що для пружин 2 класу норма напруженості $\tau_3=0,5R_m$ напруження $\tau_3=0,5 \cdot 2300=1150 \text{ Н/мм}^2$.

За формулою (3.5) знаходим:

$$\delta = 1 - \frac{F_2}{F_1} = 1 - \frac{80}{95} = 0,16, \quad (3.7)$$

Отже

$$V_k = \frac{1150 \cdot 0,16}{35,1} = 5,57 \text{ м/с}$$

$$\frac{V_{\max}}{V_k} = \frac{5,0}{5,57} = 0,89 < 1$$

Отримана величина вказує на відсутність співвдаряння витків, а отже, вибрана пружина задовольняє задані умови, однак так як пружини 2 класу відносяться до пружин обмеженої витривалості, то слід враховувати комплектування машини запасними пружинами з урахуванням дослідних даних.

Визначення інших розмірів проводим за методикою [1].

Жорсткість пружини:

$$c = \frac{F_2 - F_1}{h} = \frac{80 - 20}{30} = 2,0 \text{ Н/мм} \quad (3.8)$$

Число робочих витків пружини:

$$n = \frac{c_1}{c} = \frac{36,58}{2,0} = 18,29 \approx 18,5 \quad (3.9)$$

Уточнена жорсткість пружини:

$$c = \frac{c_1}{n} = \frac{36,58}{18,5} = 1,977 \approx 2,0 \text{ Н/мм} \quad (3.10)$$

Оскільки півтора витків є неробочими, то повне число витков знаходимо за формулою:

$$n = n_1 + n_2 = 18,5 + 1,5 = 20$$

Визначаємо середній діаметр пружини:

$$D = D_1 - d = 11,5 - 1,4 = 10,1 \text{ мм} \quad (3.11)$$

Попередня деформація пружини, мм:

$$s_1 = \frac{F_1}{c} = \frac{20}{2} = 10 \text{ мм} \quad (3.12)$$

Робоча деформація пружини, мм:

$$s_2 = \frac{F_2}{c} = \frac{80}{2} = 40 \text{ мм} \quad (3.13)$$

Максимальна деформація пружини, мм:

$$s_3 = \frac{F_3}{c} = \frac{95}{2} = 47,5 \text{ мм} \quad (3.14)$$

Довжина пружини за максимальної деформації:

$$l_3 = (n_1 + 1 - n_2) \cdot d = (20 + 1 - 1,5) \cdot 1,4 = 27,3 \text{ мм} \quad (3.15)$$

Довжина пружини у вільному стані:

$$l_0 = l_3 + s_3 = 27,3 + 47,5 = 74,8 \text{ мм} \quad (3.16)$$

Довжина пружини за попередньої деформації:

$$l_1 = l_0 - s_1 = 74,8 - 10 = 64,8 \text{ мм} \quad (3.17)$$

$$l_2 = l_0 - s_2 = 74,8 - 40 = 34,8 \text{ мм} \quad (3.18)$$

$$t = s_3' + d = 2,6 + 1,4 = 4,0 \text{ мм} \quad (1.19)$$

На цьому визначення розмірів пружини закінчується.

Слід відмітити, що деякого збільшення витривалості можна досягти використовуючи пружину з більшим значенням сили F_3 .

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Провівши аналіз господарської діяльності господарства, можна сказати, що кліматичні та ґрунтові умови території є сприятливими для вирощування основних видів сільськогосподарських культур. Аналізуючи структуру посівних площ можна стверджувати, що господарство спеціалізується на виробництві зернових та технічних культур.

За даним складом МТП господарства розроблено операційну карту на внесення мінеральних добрив.

Застосування трактора ЮМЗ-652 з удосконаленою навіскою в процесі внесення мінеральних добрив дасть можливість підвищити продуктивність МТА та скоротити затрати праці й часу.

В роботі наведено опис конструкції гідрофікованого пристрою автозчіпки та принцип його роботи. Застосування удосконаленого зчіпного пристрою під час агрегування трактора з начіпними машинами дає змогу скоротити затрати часу на комплектування агрегатів та підвищення їх продуктивності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шкарівський, Григорій Васильович. Трансмисії мобільних машин : навчальний посібник / Г. В. Шкарівський. - К. : ФОП Ямчинський О.В., 2021. - 439 с.
2. Системи точного землеробства [Текст] : підручник / Л. В. Аніскевич [та ін.] ; ред. Л. В. Аніскевич. - Київ : НУБіП України, 2018. - 568 с.
3. Протокол випробувань Південно-Української філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого № 2392/1004-03- 2019.
4. Практикум з теорії та розрахунку сільськогосподарських машин : навчальне видання / Д. Г. Войтюк [та ін.]. - К. : Видавничий центр НУБіП України, 2022. - 185 с.
5. Практикум з теорії та розрахунку сільськогосподарських машин : навчальне видання / Д. Г. Войтюк [та ін.]. - К. : Видавничий центр НУБіП України, 2022. - 185 с.
6. Машина, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник для здобувачів ступеня вищої освіти закладів вищої освіти / Р. В. Сclar, О. Г. Сclar, Н. І. Болтянська, Д. О. Мілько, Б. В. Болтянський. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. – 608 с., іл.
7. Зінько, Р., Шуляк, М., Скварок, Ю. і Глобчак, М. (2021) «Аналіз методик проектування сільськогосподарських машин», Науковий журнал «Інженерія природокористування», (1(19), с. 75-85. doi: 10.5281/zenodo.6902711.
8. Збірник наукових праць. Випуск 28 (42). Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарського господарства України. Дослідницьке 2021.
9. Збірник методик з використання машин в землеробстві /За ред. Мельника В. І. – Харків: “Промпроект” – 2020, 257 с.
10. Експлуатація та сервіс техніки. Частина І. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікеєв, К.Г. Сировицький,

Є.А. Гаєк, І.С. Тіщенко, Д.О. Харченко. За ред. С.О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 140 с.

11. Експлуатація машин і обладнання. Навчальний посібник : Каталог сільськогосподарської техніки / О. В. Нанка [та ін.] ; за ред. В. І. Мельника. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2021. - 594 с.

12. Експлуатація машин і обладнання. Каталог сільськогосподарської техніки. Навчальний посібник / М. П. Артёмов [та ін.] ; за ред. В. І. Мельника. 2-ге вид., перероб. і доп. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022. - 600 с. Ковтун Ю. І. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 1/ Ю. І. Ковтун [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 204 с.

13. Експлуатація машин і обладнання : методичні вказівки щодо виконання курсового проекту для студентів 4 курсу спеціальності 208 «Агроінженерія» денної і заочної форм навчання освітнього ступеня «бакалавр» / Зубко В.М., Сировицький К.Г. - Суми, 2022. – 36 с.

14. Експлуатація машин і обладнання : методичні вказівки щодо виконання лабораторно-практичних занять № 1 для студентів 4 курсу спеціальності 208 «Агроінженерія» денної і заочної форм навчання освітнього ступеня «бакалавр» / Зубко В.М., Сировицький К.Г. - Суми, 2022. – 68 с.

15. Експлуатація машин і обладнання : методичні вказівки щодо виконання лабораторно-практичних занять № 2 для студентів 4 курсу спеціальності 208 «Агроінженерія» денної і заочної форм навчання освітнього ступеня «бакалавр» / Зубко В.М., Сировицький К.Г. - Суми, 2022. – 195 с.

16. Динаміка та енергетика руху багатоелементарних машинно-тракторних агрегатів [Текст] : монографія / Р. В. Антощенков ; Харків. нац. техн. ун-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка. - Харків : Міськдрук, 2017. - 242 с.

17. Couhoulé Allou, S., Ebah, C. B., Gnelie Gnahoua, J.-B., Jean-François LOA, B. R. and Kouamé, F. (2021) “Influence of Organic Fertilization on the Physico-Chemical and Organoleptic Quality of Attiekes of Three Varieties of

Cassava (*Manihot esculenta* C.)”, *Asian Food Science Journal*, 20(10), pp. 145–153.
doi: 10.9734/afsj/2021/v20i1030370

18. Cihangir, H. and Oktem, A. (2019) “The Effect of Different Organic Nutrients on Some Quality Properties of Popcorn (*Zea mays* L. everta)”, *Asian Food Science Journal*, 7(2), pp. 1–9. doi: 10.9734/afsj/2019/v7i229965.

19. Blundell M., Harty D. *The Multibody Systems Approach to Vehicle Dynamics*. ButterworthHeinemann, 288, 2004. DOI: 10.1016/b978-0-7506-5112-7.x5000-3. (In German).

20. Artiomov, N., Anikeev, A., Kaluzhnyj, A., Sirovitskiy, K., & Kolodiazhnyi, I. (2022). Investigation of agricultural unit loads in non-established mode of motion when performing technological operations.

ДОДАТКИ